



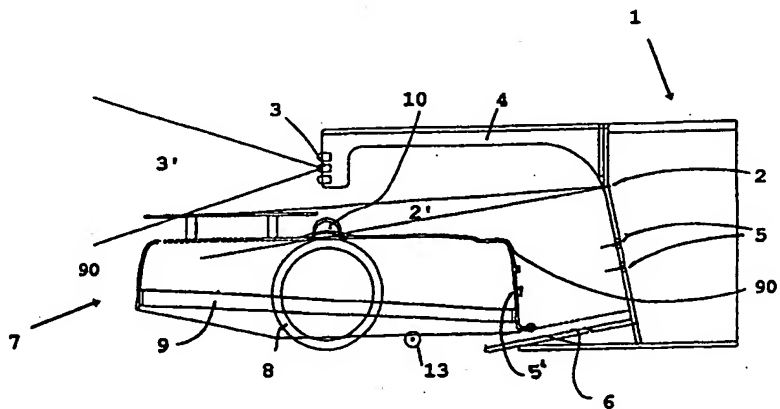
DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITE DE COOPERATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(51) Classification internationale des brevets ⁶ : G05D 1/02, B25J 19/00, A47L 9/00	A1	(11) Numéro de publication internationale: WO 99/28800 (43) Date de publication internationale: 10 juin 1999 (10.06.99)								
<p>(21) Numéro de la demande internationale: PCT/BE98/00185</p> <p>(22) Date de dépôt international: 27 novembre 1998 (27.11.98)</p> <p>(30) Données relatives à la priorité:</p> <table border="0"> <tr> <td>9700958</td> <td>27 novembre 1997 (27.11.97)</td> <td>BE</td> </tr> <tr> <td>9701046</td> <td>22 décembre 1997 (22.12.97)</td> <td>BE</td> </tr> <tr> <td>9800341</td> <td>7 mai 1998 (07.05.98)</td> <td>BE</td> </tr> </table> <p>(71) Déposant (pour tous les Etats désignés sauf US): SOLAR & ROBOTICS [BE/BE]; Rue Franz Merjay 117, B-1050 Bruxelles (BE).</p> <p>(72) Inventeur; et (75) Inventeur/Déposant (US seulement): COLENS, André [BE/BE]; Rue du Baillois 5, B-1330 Rixensart (BE).</p> <p>(74) Mandataire: COLENS, Alain; Bureau Colens SPRL, rue Franz Merjay 21, B-1050 Bruxelles (BE).</p>	9700958	27 novembre 1997 (27.11.97)	BE	9701046	22 décembre 1997 (22.12.97)	BE	9800341	7 mai 1998 (07.05.98)	BE	<p>(81) Etats désignés: AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CU, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, GB, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZW, brevet ARIPO (GH, GM, KE, LS, MW, SD, SZ, UG, ZW), brevet eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), brevet européen (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), brevet OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).</p> <p>Publiée <i>Avec rapport de recherche internationale. Avant l'expiration du délai prévu pour la modification des revendications, sera republiée si des modifications sont reçues.</i></p>
9700958	27 novembre 1997 (27.11.97)	BE								
9701046	22 décembre 1997 (22.12.97)	BE								
9800341	7 mai 1998 (07.05.98)	BE								

(54) Title: **IMPROVEMENTS TO MOBILE ROBOTS AND THEIR CONTROL SYSTEM**(54) Titre: **AMELIORATIONS A DES ROBOTS MOBILES ET A LEUR SYSTEME DE COMMANDE**

(57) Abstract

The invention concerns a system for guiding and positioning relative to a fixed recharging station an autonomous mobile robot comprising a rechargeable battery. The system operates by means of at least one directional infrared beam emitted by the fixed station, the mobile robot being equipped with a directional system for detecting infrared emission connected to a microcomputer incorporated in said robot. The robot moves on working surface in an essentially random manner, the microcomputer comprising an algorithm for controlling the return to the fixed station by moving the robot towards the direction of said infrared beam. The microcomputer algorithm initiates the return towards the fixed recharging station after a minimum working time, independently of the state of the battery charge, and when the mobile robot detects an intensity greater than a certain threshold, said threshold decreasing with the increase of the working time interval and/or when the state of the battery charge is below a certain level. Several infrared beams operating in different directions can be emitted to cause the robot to return to the recharge station.



Améliorations à des robots mobiles et à leur système de commande.

5 La présente invention concerne un robot mobile autonome, de préférence un robot de nettoyage, et un système de contrôle d'un robot apte à le guider vers une station fixe et/ou apte à adapter son comportement au degré local
10 de saleté et/ou comportant une brosse rotative et apte à le dégager lors du blocage de ladite brosse.

L'invention concerne notamment un système de guidage de la trajectoire d'un robot mobile autonome y compris le
15 positionnement par rapport et l'approche vers une station fixe de recharge en énergie ou de décharge d'élément récoltés par le robot. Il s'agira généralement mais pas exclusivement d'un robot de nettoyage du sol avec batteries rechargeables, par exemple un robot aspirateur.
20 Ainsi, il peut par exemple aussi s'agir d'un robot d'épandage ou d'un robot de surveillance.

Un robot mobile autonome, alimenté par des batteries par
25 exemple, présente une autonomie limitée. Si on veut obtenir un fonctionnement continu, le robot doit pouvoir venir recharger ses batteries à intervalle régulier. D'autres fonctions peuvent aussi nécessiter l'accès régulier à un point fixe comme le délestage d'un sac à
30 poussière (aspirateur robotique) ou la réalimentation en carburant (moteur thermique) ou en un produit d'épandage.

(57) Abrégé

L'invention concerne un système de guidage et de positionnement par rapport à une station fixe de recharge pour robot mobile autonome comportant une batterie rechargeable. Le système fait intervenir au moins un faisceau infrarouge directionnel émis par la station fixe, le robot mobile étant muni d'un système de détection directionnel d'émission infra-rouge relié à un microordinateur incorporé dans ledit robot. Le robot se déplace sur une surface de travail de manière essentiellement aléatoire, le microordinateur comprenant un algorithme apte à commander le retour à la station fixe par déplacement du robot vers la direction d'émission dudit faisceau infrarouge. L'algorithme du microordinateur intitue le retour vers la station fixe de recharge après un temps de travail minimum, indépendamment de l'état de charge de la batterie, et lorsque le robot mobile détecte un rayonnement infra-rouge d'une intensité supérieure à un certain seuil, ledit seuil décroissant avec l'augmentation de la durée du temps de travail et/ou lorsque l'état de charge de la batterie se situe sous un certain niveau. Plusieurs faisceaux infrarouge de directionalités différentes peuvent être émis pour favoriser le retour du robot à sa station de recharge.

UNIQUEMENT A TITRE D'INFORMATION

Codes utilisés pour identifier les Etats parties au PCT, sur les pages de couverture des brochures publiant des demandes internationales en vertu du PCT.

AL	Albanie	ES	Espagne	LS	Lesotho	SI	Slovénie
AM	Arménie	FI	Finlande	LT	Lituanie	SK	Slovaquie
AT	Autriche	FR	France	LU	Luxembourg	SN	Sénégal
AU	Australie	GA	Gabon	LV	Lettonie	SZ	Swaziland
AZ	Azerbaïdjan	GB	Royaume-Uni	MC	Monaco	TD	Tchad
BA	Bosnie-Herzégovine	GE	Géorgie	MD	République de Moldova	TG	Togo
BB	Barbade	GH	Ghana	MG	Madagascar	TJ	Tadjikistan
BE	Belgique	GN	Guinée	MK	Ex-République yougoslave de Macédoine	TM	Turkménistan
BF	Burkina Faso	GR	Grèce	ML	Mali	TR	Turquie
BG	Bulgarie	HU	Hongrie	MN	Mongolie	TT	Trinité-et-Tobago
BJ	Bénin	IE	Irlande	MR	Mauritanie	UA	Ukraine
BR	Brésil	IL	Israël	MW	Malawi	UG	Ouganda
BY	Bélarus	IS	Islande	MX	Mexique	US	Etats-Unis d'Amérique
CA	Canada	IT	Italie	NE	Niger	UZ	Ouzbékistan
CF	République centrafricaine	JP	Japon	NL	Pays-Bas	VN	Viet Nam
CG	Congo	KE	Kenya	NO	Norvège	YU	Yougoslavie
CH	Suisse	KG	Kirghizistan	NZ	Nouvelle-Zélande	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	République populaire démocratique de Corée	PL	Pologne		
CM	Cameroon	KR	République de Corée	PT	Portugal		
CN	Chine	KZ	Kazakhstan	RO	Roumanie		
CU	Cuba	LC	Sainte-Lucie	RU	Fédération de Russie		
CZ	République tchèque	LI	Liechtenstein	SD	Soudan		
DE	Allemagne	LK	Sri Lanka	SE	Suède		
DK	Danemark	LR	Libéria	SG	Singapour		
EE	Estonie						

Une solution à ce problème a été exposée (voir EP-A-0744093) par laquelle l'engin mobile, sensible au gradient d'un champ électromagnétique vient se repositionner automatiquement à l'aplomb d'une bobine parcourue par un courant alternatif.

Dans le cas de surfaces comportant des éléments perturbant le champ électromagnétique (ferraillage de béton par exemple), le système en question fonctionne difficilement.

Il peut être alors préférable d'associer à la station fixe une source de rayonnement infrarouge (émetteur LED) permettant à l'engin mobile de la repérer à distance.

Selon un premier aspect de l'invention, un faisceau relativement étroit compris par exemple entre 2 et 10°, de préférence environ 5°, émerge de la station fixe. L'émetteur correspondant et la station y attachée sont préférentiellement orientés de manière à ce que le faisceau s'étende sur une longueur maximum de la surface de travail du robot. Le robot mobile, muni d'un système de détection directionnel d'émission infrarouge, se déplaçant essentiellement de manière aléatoire sur cette surface, croise et détecte le faisceau étroit de manière statistiquement périodique.

Selon un mode de réalisation préféré, si une certaine durée de travail est dépassée p.e. 15 à 45 minutes, quel que soit l'état de charge de la batterie, le robot reviendra vers la station fixe pour un cycle de recharge dès qu'il croise un faisceau infra-rouge d'une intensité donnée. S'il se trouve à proximité de la station après la

durée de travail susmentionnée, il la rejoindra et se rechargera donc. Ce procédé évite une opération de recherche du faisceau lorsque l'état de la batterie se situe au dessous d'un niveau prédéterminé. L'étroitesse
5 du faisceau permet un positionnement final précis vis à vis de la station fixe, et donc par exemple une recharge par induction ou plus simplement par contact physique de conducteurs.

10 Au fur et à mesure que le temps de travail augmente, l'algorithme du microprocesseur fait en sorte que le seuil d'intensité du faisceau infra-rouge à détecter par le robot mobile, et initiant l'étape de retour, décroît de manière linéaire ou par incrément.

15 L'étape de retour peut comprendre l'arrêt de toutes les fonctions du robot qui ne sont pas indispensable pour retrouver la station de recharge.

20 Selon un autre aspect de l'invention, le système de guidage et de positionnement fait appel à au moins deux faisceaux de directionnalité différentes et issus de la station fixe, le ou les faisceaux les moins directionnels servant à l'approche vers une station fixe,
25 tandis que le faisceau plus directionnel est utilisé pour l'étape ultime de positionnement précis du robot par rapport à cette station fixe. Cette variante permet un guidage du robot dans un environnement plus complexe (p.e. un appartement à plusieurs pièces, avec plusieurs
30 portes).

L'émetteur du faisceau moins directionnel est localisé au niveau de la station fixe de manière à ce que son influence diminue lors de l'étape ultime d'approche et de positionnement du robot. Il peut être orientable à
5 volonté et situé à l'extrémité d'un bras surplombant la station fixe proprement dite.

En phase de positionnement, il sera ainsi avantageusement localisé au dessus du robot, le faisceau émis étant hors
10 du plan de détection des détecteurs du robot. Ce dernier par un mouvement de pivotement autour de son centre est alors apte à déterminer une position finale de recharge, par exemple avec contact physique, en se basant sur le signal de l'émetteur de plus forte directionnalité situé
15 dans le plan de détection des détecteurs du robot. La puissance des faisceaux peut être différente, le faisceau le plus puissant étant généralement mais pas nécessairement le faisceau le moins directionnel.

20 Le robot comprend un système de détection directionnel d'émission infrarouge, par exemple composé d'au moins deux détecteurs directionnel dont les intensités des signaux sont comparés, de manière connue, par le microordinateur pour commander un pivotement vers la
25 source d'émission. Ces détecteurs sont préférentiellement situés sur le châssis au centre du robot, dirigés dans le sens du mouvement du robot. Eventuellement, un ou plusieurs autres détecteurs sont prévus, par exemple sur les côtés ou à l'arrière, avantageusement avec une
30 direction de détection sensiblement opposée à celle des détecteurs centraux. Avantageusement aussi, les faisceaux reconnus par les détecteurs du robot seront modulés afin d'éviter tout bruit de fond.

Selon cet aspect de l'invention, on propose donc un système de repérage et de positionnement par rapport à une station fixe pour robot mobile autonome se déplaçant dans des locaux caractérisé en ce que la station fixe émet deux faisceaux infrarouges modulés, essentiellement dans le plan des locaux, un des faisceaux étant sensiblement plus directionnel que l'autre. L'émetteur du faisceau le moins directionnel permet le repérage et l'approche de la station fixe par le robot mobile portant des détecteurs directionnels sensibles à ces faisceaux. Les signaux des détecteurs sont traités par un microordinateur commandant l'avancement du robot mobile, l'émetteur de plus faible directionnalité étant situé sur la station fixe à un emplacement tel qu'il se trouve en aplomb du robot mobile lorsque ce dernier a rejoint sa position désirée dans la station fixe, le faisceau le plus directionnel est alors apte à être davantage détecté par lesdits détecteurs, le positionnement précis étant effectué par rotation de l'engin autour d'un axe vertical selon un algorithme basé sur la détection du faisceau étroit .

Selon une variante on propose un système de repérage et de positionnement à une station fixe pour robot mobile autonome se déplaçant dans des locaux caractérisé en ce que la station fixe émet au moins trois faisceaux infrarouges modulés, un des faisceaux étant sensiblement plus directionnel que les autres. Les émetteurs du faisceau le moins directionnel, et généralement de plus forte intensité, permet le repérage et l'approche de la station fixe par le robot mobile portant des détecteurs directionnels sensibles auxdits faisceaux. Les signaux

des détecteurs étant traités par un microordinateur commandant l'avancement du robot mobile, les émetteurs de moindre directionalité étant dirigés et situés sur la station fixe à des emplacements tels que les faisceaux se croisent à proximité immédiate de la station, le faisceau
5 le plus directionnel, qui peut être de moindre intensité, étant alors apte à être davantage détecté par lesdits détecteurs, le positionnement précis étant effectué par rotation de l'engin autour d'un axe vertical selon un
10 algorithme basé sur la détection du faisceau étroit .

Selon encore un autre variante, la modulation des faisceaux émis par la station fixe, comprenant alors un microordinateur, peut transmettre des informations à
15 transmettre au robot, ou à un robot parmi d'autres si plusieurs robots sont utilisés avec une même station centrale. Ces informations peuvent se rapporter à la disponibilité de la station de charge et/ou de décharge, ou peuvent constituer une instruction de mode de travail,
20 d'arrêt ou de rappel du robot, de localisation sonore du robot etc.. Eventuellement on peut aussi prévoir la transmission en retour vers la station fixe, à l'aide d'un émetteur infrarouge porté par le robot.

25 La présente invention concerne également une technique de guidage pour le nettoyage de sol par aspiration de poussière, applicable aux robots de nettoyage autonomes.

30 Le document EP-A-0769923 propose un engin autonome mobile de nettoyage de sol par aspiration, de faible puissance et de petite taille lui permettant de couvrir facilement une surface encombrée, par exemple, de meubles.

La recharge des batteries du robot est avantageusement couplée à la décharge de la poussière accumulée.

- 5 Le contenu du document susmentionné est incorporé par référence dans la présente description.

La faible puissance de ce robot aspirateur ne permet cependant pas toujours d'effectuer un nettoyage
10 approfondi en un seul passage. Il peut donc être nécessaire lorsque l'engin est à l'aplomb d'une surface particulièrement encrassée, de prévoir un temps de passage plus long (par exemple passant de 20 cm/sec à 10 cm/sec) et/ou un trajet comportant des passages
15 complémentaires pour nettoyer complètement la surface.

Dans ce but, selon un autre aspect de l'invention, une technique de nettoyage particulière est proposée, technique applicable à tout robot autonome de nettoyage
20 par aspiration et/ou brossage.

La technique de guidage pour le nettoyage de sol par un robot aspirateur est en effet caractérisé en ce que le trajet suivi par le robot dépend de la quantité de
25 particules présente sur la surface à nettoyer, ladite quantité étant estimée par un analyseur de particules situé à proximité de l'orifice d'aspiration, ou dans une cavité de brossage du robot, ledit analyseur envoyant des signaux à un microordinateur porté par le robot mobile et
30 commandant le déplacement du robot en fonction des dits signaux.

- Par ailleurs, ledit analyseur de particules peut avoir aussi comme fonction de déterminer également le degré de remplissage du réservoir à poussière. Si la poussière s'accumule au delà d'un certain point un même faisceau infrarouge localisé après l'orifice d'aspiration, c'est à dire au niveau du réservoir précédent le filtre, sera interrompu, ce que le microordinateur interprètera comme un signal correspondant.
- 10 En fonction de la quantité mesuré de poussière aspirée, le microordinateur peut par exemple commander un ralentissement et/ou un mouvement de va et vient linéaire du robot mobile.
- 15 Le microordinateur peut aussi commander un mouvement de nettoyage systématique, par exemple un mouvement de va et vient en éventail, du robot mobile.
- 20 Avantageusement le microordinateur peut prendre en compte la grosseur des particules et leur nombre, selon l'amplitude et la fréquence des signaux émis par l'analyseur de particules. Une analyse du type de poussière récoltée grâce à la connaissance de la grosseur des grains et de leur nombre permet d'affiner le comportement du robot en agissant sur la trajectoire, la vitesse de rotation de la brosse et/ou la puissance de la turbine de l'aspirateur.
- 25
- 30 L'analyseur de poussière comporte par exemple un émetteur et un récepteur, de préférence infrarouge.

Le microordinateur peut avantageusement garder en mémoire une moyenne globale du niveau de poussière détectée par le détecteur de poussière sur une grande distance, l'activation d'un algorithme de nettoyage particulier
5 tenant compte de ladite moyenne.

De plus, avantageusement, le robot aspirateur peut comprendre un détecteur de poussière dont un ou plusieurs éléments sont périodiquement ou constamment
10 désencrassés automatiquement par un flux d'air dépoussiéré dirigé vers sa surface.

Selon un autre aspect de la présente invention le robot
15 autonome est un robot comprenant une brosse rotative.

L'invention propose ainsi un robot de nettoyage d'une surface comportant comme élément de nettoyage au moins une brosse rotative et comportant un microordinateur
20 contrôlant au moins, via un algorithme, la vitesse et/ou le trajet du robot caractérisé en ce que le microordinateur est associé à un algorithme qui tient au moins compte, pour déterminer ladite vitesse et/ou ledit trajet, de la mesure de la vitesse de rotation de ladite
25 brosse rotative. Le robot de nettoyage est typiquement un robot aspirateur.

Avantageusement, le microordinateur du robot-aspirateur tient au moins compte, pour déterminer la puissance
30 d'aspiration, de la mesure de la vitesse de rotation de ladite brosse rotative. La puissance d'aspiration peut entre autres être dépendante de la vitesse de rotation de ladite brosse.

Le microordinateur est apte à tenir compte de la mesure de la vitesse de rotation du moteur pour déterminer le comportement dudit robot.

5

La présence de brosse rotative présente cependant l'inconvénient de voir la brosse se bloquer lorsque celle-ci rencontre, par exemple, les franges d'un tapis disposé sur la surface à nettoyer.

10

Une solution à ce problème a été décrite dans la demande de brevet PCT WO 97/40734 et consiste à inverser le sens de rotation de la brosse de manière à la dégager.

15

La solution de la présente demande a l'avantage de ne pas nécessiter un contrôle précis de la brosse ni une inversion de son sens de rotation de la brosse ce qui simplifie la conception du robot. Cette solution plus simple s'est par ailleurs révélée plus efficace en

20

pratique.

25

Le dispositif selon l'invention comprend un système de brosse rotative - entraîné par un moteur - activé par le microcontrôleur (ou microordinateur) commandant l'ensemble des fonctions du robot autonome. Il est fait référence à cet égard à la demande de brevet PCT WO 96/01072 incorporée par référence dans la présente demande.

30

La vitesse de rotation de la brosse est analysée par le microcontrôleur, de préférence constamment.

Cette mesure peut être réalisée selon plusieurs techniques connues en soi (mesure du courant consommé par le moteur dans le cas d'un moteur DC, mesure de la fréquence des impulsions dans le cas d'un moteur sans balais, codeur optique, ...)

La mesure de cette vitesse de rotation permet au microcontrôleur de déduire certaines informations concernant, par exemple, la nature du sol nettoyé ou l'occurrence d'un incident et d'adapter le comportement du robot en conséquence.

Lors de la survenue d'un incident, l'arrêt de la rotation de la brosse provoqué par exemple par l'enroulement de franges d'un tapis autour de l'axe de la brosse, le microcontrôleur débrayera la brosse et fera effectuer au robot une série de manoeuvres de désengagement. Le débrayage peut être selon la conception du robot, un débrayage mécanique mais sera de préférence un débrayage électrique, obtenu en coupant la connection du moteur à son alimentation.

A titre d'exemple on notera ci-après une série de manoeuvres s'étant révélées particulièrement adaptées.

Le robot recule d'une distance égale à son diamètre (brosse débrayée). Ce faisant les franges exercent un effort de déroulement sur l'axe de la brosse qui est en roue libre.

La brosse se libère. Le recul amène le robot en dehors de la zone de frange. Celui-ci effectue alors une rotation tout en réembrayant la brosse. Si à cet

instant la brosse est toujours bloquée, il arrête son mouvement de rotation et effectue un nouveau recul suivi d'une nouvelle tentative de rotation et ainsi de suite jusqu'à ce que la brosse soit dégagée.

5

Le nombre de réitérations maximal est fixé par le programme et par la distance libre maximale de recul du robot.

10 Si cette distance maximale est atteinte sans que la brosse ne soit dégagée, le robot continuera les itérations mais en marche avant.

15 Si aucune manoeuvre ne réussit à libérer la brosse, le robot se met en signal d'attente et une intervention manuelle est nécessaire.

20 Avantageusement, l'analyse de vitesse de rotation de la brosse permet aussi de connaître la nature du sol nettoyé.

25 Une vitesse de rotation élevée signale un sol lisse, une vitesse plus lente un sol recouvert de moquette d'autant plus épaisse que la vitesse est lente. Cette analyse permet au robot d'adapter la vitesse d'avance et la puissance d'aspiration en fonction du sol à nettoyer.

30 L'invention peut être appliquée à d'autres robots de nettoyage que des robots-aspirateurs, par exemple des robots pour nettoyer des surfaces quelconques avec des liquides de nettoyage ou des robots pour cirer des parquets.

L'invention concerne donc aussi un robot de nettoyage comportant une brosse rotative et un microordinateur, un moyen de détection du blocage de la brosse rotative associé audit microordinateur, un algorithme de
5 dégageement du robot, un moyen de débrayage de la brosse rotative par rapport au moteur y associé, l'algorithme comprenant un mouvement de recul du robot suivi d'une rotation et d'une reprise de l'avancement du robot.

10 Le moyen de débrayage consiste avantageusement en la déconnection du moteur par rapport à sa source d'alimentation.

En résumé, le robot de nettoyage d'une surface selon un
15 aspect de l'invention comporte au moins une brosse rotative, la vitesse et/ou le trajet et/ou l'éventuelle puissance d'aspiration d'une turbine, étant dépendante de la vitesse de rotation de ladite brosse rotative.

20 Pour un robot aspirateur, en particulier domestique, le mouvement de rotation de la brosse a lieu de préférence dans un plan vertical à la surface à nettoyer.

L'invention concerne aussi un procédé de fonctionnement
25 d'un robot de nettoyage comme susmentionné, le blocage de la brosse rotative étant détecté par ledit microordinateur qui contrôle dès lors une opération de dégageement du robot, ladite opération de dégageement comportant au moins un débrayage de la dite brosse
30 rotative par rapport au moteur l'entraînant, couplé à un mouvement de recul du robot suivi d'une rotation et d'une

reprise de l'avancement du robot. L'opération de dégagement est éventuellement susceptible de comprendre plusieurs cycles de débrayage-recul-rotation-avancement.

5

Selon encore un autre aspect de l'invention, qui peut s'appliquer à tout robot mobile autonome, plus avantageusement à des robots de grande dimension (p.e. 80 à 250 cm), le robot comporte un senseur de collision linéaire entourant en totalité ou en partie la base du carénage dans le plan de déplacement. Le senseur est constitué d'un conducteur linéaire métallique et, parallèlement, un élément linéaire en plastique conducteur, par exemple en caoutchouc conducteur.

10 L'ensemble peut être compris dans une gaine ou une membrane souple isolante fixé le long du bord de la carrosserie. Par exemple, les éléments linéaires sont fixés par collage à deux faces internes opposées de la gaine. Ces deux éléments sont séparés par une faible distance. Les extrémités du plastique conducteur sont soumises à une différence de potentiel, par exemple de 5 volt soit 0 volt à une extrémité et 5 volt à l'autre extrémité. Lors d'une collision du robot avec un obstacle frontal ou latéral un des deux éléments est apte à entrer élastiquement en contact avec l'autre élément

15 sous l'effet d'une pression momentanée résultant de l'impact du robot avec un obstacle. On comprendra que la tension instantanée sur l'élément conducteur est fonction de la distance du point d'impact à une des extrémité du plastique conducteur, qui présente une résistance beaucoup plus importante. Ainsi une tension mesurée de 2,5 volt signifie que l'impact a eu lieu

20 25 30 approximativement au milieu du senseur linéaire. La

mesure de la tension au niveau de l'élément conducteur constitue ainsi un signal envoyé au microordinateur pour localiser le point d'impact sur la base du carénage.

5

Les améliorations selon l'invention s'appliquent particulièrement aux robots mobiles se déplaçant, en mode de fonctionnement normal, de manière aléatoire sans système de positionnement précis.

10

Les différents aspects de l'invention seront mieux compris à la lecture de la description complémentaire qui suit, qui se réfère aux dessins fournis en annexe à titre d'exemple uniquement, et donc sans limiter la portée de cette description complémentaire. Chaque caractéristique décrite, prise séparément, est généralisable en fonction de la connaissance de l'homme de l'art. Les références numériques identiques d'un dessin à l'autre se rapportent à des éléments identiques ou équivalents.

20

Dans les dessins,

la fig. 1 représente schématiquement une vue de côté de la station fixe comportant deux émetteurs infra rouge, la fig. 2 représente schématiquement une vue du dessus de la station fixe, la fig. 3 représente schématiquement une vue du dessus d'une variante de la station fixe la fig. 4 représente schématiquement la station et un robot mobile s'en approchant la fig. 5 représente schématiquement, vu du dessus, un robot mobile circulaire.

30

- la fig. 6 est une vue schématique en coupe de face d'une
unité d'aspiration d'un robot muni d'une brosse selon
l'invention et d'un système de détection de poussière.
- 5 la fig. 7 est une vie schématique de côté d'un robot à
brosse selon l'invention
la fig. 8 est une vue illustrant la technique de
nettoyage
- 10 la fig. 9 illustre un robot aspirateur à brosse vu de
côté
la fig. 10 illustre le robot de la fig. 10 vu de face
la fig. 11 illustre un algorithme de désengagement lors
du blocage de la brosse
- 15 les figs. 12a à 12c illustrent un procédé de localisation
du point d'impact du robot avec un obstacle.
- En se référant aux figs. 1 et 2, la station fixe 1
- 20 comporte deux générateurs de faisceaux infrarouge 2,3. La
lumière infrarouge est modulée à une fréquence de
quelques kilohertz (p.e. 56 KHz). La station comporte un
émetteur IR 2 émettant un faisceau étroit d'environ 5° de
faible puissance et un émetteur IR 3 émettant un faisceau
- 25 large éventuellement omnidirectionnel de puissance plus
élevée. L'émetteur 3 est placé de telle sorte que l'engin
mobile puisse venir se positionner librement sous
celui-ci, son centre de rotation pouvant coïncider avec
l'origine du faisceau 3'. L'émetteur peut ainsi être
- 30 placé au bout d'un bras 4 surplombant la base, ou plaque
de réception du robot, de la station de recharge.

Selon un autre mode de réalisation illustré à la fig. 3, l'origine du faisceau 3' peut éventuellement être une origine virtuelle 3a obtenue par le croisement au point 3a de deux faisceaux d'origine 3b et 3c.

5

La station fixe comporte les différents éléments nécessaires à sa fonction: p.e. système de recharge de batterie comportant des contacts 5, orifice de vidange 6 pour un aspirateur.

10

Le robot mobile 7 illustré schématiquement aux figs. 4 et 5 est un robot aspirateur comportant une ou plusieurs batteries rechargeables. Le robot est essentiellement circulaire et comporte deux roues motrices 8, permettant notamment une rotation sur lui-même. On distingue une bague circulaire de renforcement latéral de la carrosserie 90.

15

On distingue disposés en cercle les orifices 16 de sortie de la turbine de l'aspirateur. On distingue également les deux roues motrices 8a, 8b entraînées par les deux moteurs 12a, 12b et des petites roulettes libres 13 à proximité de l'orifice d'aspiration (non illustré).

20

L'engin comporte en son centre de rotation au moins un capteur infrarouge 10 directionnel, de préférence deux (10a, 10b), dans ce dernier cas de préférence faisant entre eux un angle égal à leur angle de détection. Le ou les capteurs étant orientés dans le sens de l'avancement de l'engin mobile. Un ou des capteurs supplémentaires 11a, 11b orientés autrement, de préférence vers l'arrière peuvent utilement compléter le dispositif. L'emplacement de ce ou ces capteurs

25

30

supplémentaires ne devant pas nécessairement se situer au ou à proximité du centre de rotation de l'engin. Les signaux provenant des différents capteurs sont amplifiés, filtrés et connectés au microprocesseur contrôlant le déplacement de l'engin, par l'intermédiaire d'un convertisseur A/D. Les lobes de sensibilité de détection (directionnalité) sont illustrés en pointillés.

Les signaux peuvent éventuellement être multiplexés c.à.d. analysés séquentiellement par le microordinateur contenu dans le robot, chaque signal étant connecté à son tour à la chaîne d'amplification et de conversion par l'intermédiaire d'un commutateur électronique.

15

Le faisceau infrarouge de forte puissance 3' illumine une partie de l'espace dans lequel circule l'engin. L'illumination se fait soit directement si il n'y a pas d'obstacle sur le trajet du faisceau, soit indirectement par réflexion ou diffraction dans le cas contraire. Ceci permet à la lumière IR de pénétrer dans des parties de l'espace n'étant pas en vue directe de la source. L'utilisation de faisceaux larges et de puissance importante permet de couvrir par exemple des locaux communiquant par des portes. Dans des environnements très complexes il peut être utile de disposer en complément des réflecteurs ou même des répéteurs.

30

L'engin mobile se déplaçant de manière principalement aléatoire, il arrive toujours un moment durant son déplacement où un de ses deux capteurs détectera le signal I.R., soit en provenance directe de la source soit
5 par réflexion.

Le microordinateur commandera alors, de manière connue, une rotation de l'engin de façon à obtenir le même signal sur les deux capteurs frontaux 10a et 10b et un signal
10 minimum sur l'arrière (ceci dans le cas de l'utilisation de 3 ou plus de détecteurs, 11a, 11b).

Le microordinateur fera alors progresser l'engin vers l'origine du signal, c'est à dire la station fixe 1.
15 Cette dernier aspect de la technique de "homing" est connue en soi.

Si le signal provient d'une réflexion, il arrivera un moment où l'engin se dirigeant vers le point de réflexion rencontrera le rayon direct émis par l'émetteur 2 (voir
20 figs. 1-4), ou un rayonnement de degré de réflexion moindre. Il pivotera alors naturellement vers la source du signal du fait de l'équilibrage du signal sur ses deux détecteurs frontaux 11a, 11b.

25 Arrivé à proximité de la station fixe, l'engin mobile 7 viendra se positionner de manière à faire coïncider les capteurs situés à son centre de rotation (capteurs frontaux 11a, 11b) aux environs de l'origine du faisceau
30 3.

Son approche pouvant se faire de plusieurs directions, sa position ne sera sans doute pas adéquate pour réaliser une connection électrique via les connecteurs 5, 5' avec le chargeur ou toutes autres opérations. C'est alors que le faisceau étroit 2' de faible puissance entre en jeu. Arrivant à l'aplomb du générateur 3 le signal capté par les détecteurs 10a, 10b diminue considérablement et devient nettement moins fort que le signal provenant du faisceau étroit 2'. En effet les capteurs ne sont pas omnidirectionnels et ne sont en particulier pas conçus pour détecter efficacement un signal infra-rouge dans la direction verticale par rapport à la surface de déplacement.

L'engin 7 va donc pivoter sur lui-même pour s'aligner avec le faisceau 2' et reprendre sa progression de manière à se positionner parfaitement sur la station fixe, et permettre ainsi, par exemple, une liaison électrique physique via les connecteurs 5, 5' pour l'opération de recharge des batteries.

Un autre aspect de la présente invention est illustré aux figs. 6 à 8

la fig. 6 est une vue schématique en coupe de face de l'unité d'aspiration du robot supporté par un élément du châssis 35, variante du robot des figures 4 et 5. Ce robot est muni d'une brosse 24 constitué de balais 25 tournant autour d'un axe 26.

On distingue dans la figure 7 la turbine d'aspiration 20, des roues motrices 21, un filtre 23, l'aire circulaire 29 d'éclairage de l'émetteur 27, aire centrée sur le détecteur 28 , et des détecteurs infrarouge 10a, 10b. Les
5 flèches de la fig. 7 illustrent le trajet de l'air dans le robot aspirateur.

Le dispositif particulier de détection de poussière selon
10 un mode de mise en oeuvre de l'invention est prévu dans le robot mobile et comporte deux parties :

- Un analyseur de poussière d'une part constitué d'un élément émetteur infrarouge 27 et d'un élément récepteur
15 infrarouge 28. Ces deux éléments sont disposés de part et d'autre de l'orifice d'aspiration 29 et sont placés dans l'axe l'un de l'autre. Lorsque des poussières sont aspirées ou projetées par la brosse rotative 24, elles créent en passant entre l'élément émetteur et l'élément
20 récepteur une diffraction de la lumière 27' générant une variation de signal à la sortie de l'élément récepteur 28.

L'amplitude de la variation de signal est
25 approximativement proportionnelle à la grosseur des grains et sa fréquence au nombre de grains passant par seconde à travers le faisceau.

Ce signal amplifié par un amplificateur
30 logarithmique est analysé par le microordinateur contrôlant l'engin.

La valeur de l'intensité moyenne du faisceau reçu par le récepteur est également communiquée au microordinateur .

- 5 - D'autre part le microordinateur possède un programme lui permettant de réagir en fonction des éléments qui lui sont communiqués par l'analyseur susmentionné.

10 Le fonctionnement de l'engin selon ce mode de mise en oeuvre est décrit ci-après.

15 Lorsque l'engin se déplace sur la surface à nettoyer, le signal provenant du détecteur de poussière est constamment analysé par le microordinateur. Celui-ci fait réagir l'engin par exemple de la manière suivante :

- 20 - Si la surface sale est petite (détection de particules sur une distance inférieure à 1 cm), l'engin diminue sa vitesse de manière à augmenter le temps de nettoyage dans la zone considérée. Cette variation de vitesse peut être également liée à la dimension et à la fréquence des grains détectés.
- 25 - Si la surface sale est plus importante (détection de particules sur une distance comprise p.e. entre 1 et 5 cm), l'engin effectue un mouvement de va et vient jusqu'à ce que il ne détecte plus de poussière, il poursuit alors sa route.
- 30 - Si finalement la surface sale est suffisamment importante (p.e. plus de 5 cm), l'engin rentre dans un mode de nettoyage systématique tel que décrit dans la figure 8.

Dans la fig. 8 la distance d est la largeur effective d'aspiration de l'engin 7.

5 L'engin guidé par le microordinateur commence par faire un aller et retour pour déterminer la longueur totale de la tache 30. Revenu à son point de départ 31, il effectue une rotation à droite d'un angle α fonction de la longueur de la tache, il progresse jusqu'au bord de la
10 tache 30 et revient à son point de départ 31 pour effectuer une nouvelle rotation à droite. Ainsi de suite jusqu'à ce que la partie droite de la tache soit nettoyée (absence de détection de particules). Il s'oriente à nouveau dans l'axe de la tache en tournant à gauche d'un
15 angle égal à la somme des incréments effectués vers la droite et réitère le même scénario à partir du centre mais vers la gauche.

Lorsqu'une absence de particules aura été détectée sur la
20 gauche, il revient au centre 31 et reprend sa progression normale.

D'autres algorithmes de nettoyage systématique peuvent être adoptés (parcours en spirale etc.), de manière
25 moins préférée.

Le niveau de saleté pouvant différer fortement d'un local à l'autre, il peut être intéressant de démarrer le processus de nettoyage systématique tel que décrit
30 précédemment seulement si le niveau de saleté instantanée est nettement supérieur au niveau moyen du local. Ceci

est réalisé en gardant en mémoire une moyenne globale du niveau de poussière détectée par le détecteur de poussière sur une grande distance.

5 Le système de détection de poussière peut être monté de telle sorte qu'un flux d'air dépoussiéré ou sans poussière soit dirigé vers le détecteur et/ou l'émetteur 27, 28 pour empêcher l'encrassement rapide de ceux-ci.

10 Ce flux est amené par exemple par des canaux 32 prévu dans la paroi s'ouvrant en un orifice situé sous le détecteur et/ou l'émetteur. Alternativement et de manière actuellement moins préférée, le flux d'air peut être amené par une conduite déviant l'air rejeté par la
15 turbine.

Un encrassement pourrait cependant quand même se produire diminuant l'amplitude des signaux reçus. Cet encrassement est détecté par le microordinateur grâce au second signal
20 provenant du détecteur (intensité moyenne du faisceau). Le microordinateur peut soit tenir compte de cet encrassement en compensant automatiquement les lectures faites, soit agir sur l'émetteur infrarouge de manière à garder constante l'illumination moyenne du récepteur.

25 Les figs. 9 et 10 illustrent les composants d'un robot aspirateur avec brosse et détection de poussière selon un autre mode de mise en oeuvre de l'invention.

30 On y distingue une turbine 20 avec le moteur y associé 41 pour aspirer l'air et la poussière de l'orifice d'aspiration 29. On distingue également : un premier filtre 23a, et un second filtre 23b, plus fin, les roues

motrices 8a et 8b, et les motoréducteurs 12a, 12b et une
paire de roulettes 13, le moteur 48 de la brosse
rotative 24, le réservoir à poussière 42 les détecteurs
IR avants 10 et la butée 91 sur la carrosserie 90. On
5 illustre également la carte de circuits intégrés 43
supportant le microprocesseur 44. A la fig. 10, on
distingue plus précisément les ressorts de suspension
50a, 50b à deux bras (avec axe 51a, 51b) et les supports
articulés 52, 52a des moteurs 12a, 12b.

10

La figure 11 représente un diagramme illustrant un
exemple d'algorithme selon l'invention, intervenant en
cas de blocage de la brosse du robot.

15 Les figs. 12a à 12c représentent un dispositif de
détection du point d'impact du robot avec un obstacle. La
fig. 12a est une coupe transversale, la figure 12b est
une coupe longitudinale et la figure 12c représente les
éléments 61, 62 entourant le robot 7 (la gaine 60 n'est
20 pas représentée).

La base du robot est essentiellement entourée, dans le
plan de déplacement, d'un élément creux isolant linéaire
60. Cet élément 60 comprend intérieurement et
25 longitudinalement un élément résistif linéaire souple 61
solidaire via la colle 63 à une partie extérieure, par
rapport au robot, de la face interne. Cet élément est un
élément résistif constitué d'un caoutchouc conducteur.
Les extrémités de cet élément résistif sont soumis à une
30 différence de potentiel de 5 V. Opposé à cet élément
résistif 61 on prévoit un élément conducteur métallique
62 éventuellement solidaire de 60 également par collage.
Un impact d'un obstacle 65 sur l'élément 60 provoquera un

contact élastique entre l'élément résistif 61 et
l'élément conducteur 62. La mesure de la tension sur le
conducteur permet de déterminer la distance d et donc la
localisation de l'impact. On comprendra que cette
5 technique de détection de point d'impact peut largement
s'appliquer dans le domaine des robots mobiles. Pour
certaines applications on peut également prévoir
plusieurs éléments 60 dans des plans différents.

10 L'invention se rapporte à tout élément neuf de la
présente description, que l'homme de métier comprendra
pouvoir considérer isolément ou en combinaison.

15

20

25

30

Revendications

1. Système de guidage et de positionnement par rapport à
5 une station fixe pour robot mobile autonome caractérisé
en ce qu'il fait intervenir au moins un faisceau
infrarouge directionnel émis par la station fixe, le
robot mobile étant muni d'un système de détection
directionnel d'émission infra-rouge relié à un
10 microordinateur incorporé dans ledit robot, le robot se
déplaçant sur une surface de travail de manière
essentiellement aléatoire, le micro-ordinateur comprenant
un algorithme apte à commander le retour à la station
fixe par déplacement du robot vers la direction
15 d'émission dudit faisceau infrarouge.

2. Système selon la revendication 1 dans lequel
l'algorithme du microordinateur initie le retour vers la
station fixe de recharge après un temps de travail
20 minimum, indépendamment de l'état de charge de la
batterie, et lorsque le robot mobile détecte un
rayonnement infra-rouge d'une intensité supérieure à un
certain seuil, ledit seuil décroissant avec
l'augmentation de la durée du temps de travail et/ou
25 lorsque l'état de charge de la batterie se situe sous un
certain niveau.

3. Système selon la revendication 1 ou 2 dans lequel
l'algorithme du microordinateur initie le retour vers la
station fixe de recharge lorsque l'état de charge de la
30 batterie se situe sous un niveau prédéterminé.

4. Système selon les revendications précédentes
caractérisé en ce que durant l'étape de retour du robot
vers la station fixe , et en fonction de l'état de charge
de la batterie et/ou de l'intensité du rayonnement
5 infrarouge détecté, la brosse et/ou la turbine
d'aspiration sont inactivés.

5. Système selon n'importe laquelle des revendications 1
à 4 caractérisé en ce qu'il fait intervenir au moins deux
10 faisceaux de directionnalité substantiellement différente
émis à partir ou aux environs de la station fixe, le ou
les faisceaux les moins directionnels servant à
l'approche vers la station fixe, tandis que le ou les
faisceaux plus directionnels sont utilisés pour l'étape
15 ultime de positionnement précis du robot par rapport à
cette station fixe.

6. Système de repérage et de positionnement selon
n'importe laquelle des revendications 1 à 5 caractérisé
20 en ce que la station fixe émet deux faisceaux infrarouges
modulés, essentiellement dans le plan des locaux dans
lesquels ledit robot se déplace, un des faisceaux étant
sensiblement plus directionnel que l'autre, l'émetteur du
faisceau le moins directionnel permettant le repérage et
25 l'approche de la station fixe par le robot mobile portant
des détecteurs directionnels sensibles auxdits faisceaux,
les signaux des détecteurs étant traités par un
microordinateur commandant l'avancement du robot mobile,
l'émetteur du faisceau le moins directionnel étant situé
30 sur la station fixe à un emplacement tel qu'il se trouve
en aplomb du robot mobile lorsque ce dernier a rejoint sa
position désirée dans la station fixe, le faisceau le
plus directionnel étant alors apte à être davantage

détecté par lesdits détecteurs, le positionnement précis étant effectué par rotation de l'engin autour d'un axe vertical selon un algorithme basé sur la détection de ce faisceau étroit .

5

7. Système de repérage et de positionnement selon n'importe laquelle des revendications 1 à 6 caractérisé en ce que la station fixe émet au moins trois faisceaux infrarouges modulés, un des faisceaux étant sensiblement plus directionnel que les deux autres, les émetteurs du faisceau le moins directionnel permettant le repérage et l'approche de la station fixe par le robot mobile portant des détecteurs directionnels sensibles auxdits faisceaux, les signaux des détecteurs étant traités par un microordinateur commandant l'avancement du robot mobile, les émetteurs de forte intensité étant dirigés et situés sur la station fixe à des emplacements tels que les faisceaux se croisent à proximité immédiate de la station, le faisceau le plus directionnel étant alors apte à être davantage détecté par lesdits détecteurs, le positionnement précis étant effectué par rotation de l'engin autour d'un axe vertical selon un algorithme basé sur la détection de ce faisceau étroit .

25

8. Système selon laquelle des revendications précédentes dans lequel l'émetteur du faisceau infrarouge le plus directionnel est moins puissant que l'émetteur du faisceau infrarouge moins directionnel.

30

9. Robot mobile autonome incorporant un microordinateur apte à appliquer le système des revendications 1 à 8.

10. Robot selon la revendication 9 comportant au moins une brosse rotative et un microordinateur contrôlant au moins, via un algorithme, la vitesse et/ou le trajet du robot caractérisé en ce que le microordinateur est
5 associé à un algorithme qui tient au moins compte, pour déterminer ladite vitesse et/ou ledit trajet, de la mesure de la vitesse de rotation de ladite brosse rotative.
- 10 11. Robot de nettoyage selon la revendication précédente caractérisé en ce qu'il s'agit d'un robot aspirateur.
12. Robot selon la revendication précédente caractérisé en ce que le microordinateur tient au moins compte, pour
15 déterminer la puissance d'aspiration, de la mesure de la vitesse de rotation de ladite brosse rotative.
13. Robot selon la revendication précédente incorporant une technique de guidage pour le nettoyage du sol
20 caractérisé en ce que le trajet suivi par le robot dépend de la quantité de particules présente sur la surface à nettoyer, ladite quantité étant estimée par un analyseur de particules situé à proximité de l'orifice d'aspiration du robot aspirateur, ledit analyseur envoyant des signaux
25 à un microordinateur porté par le robot mobile et commandant le déplacement du robot en fonction des dits signaux.
14. Robot selon la revendication précédente dans lequel
30 le microordinateur peut commander un ralentissement et/ou un mouvement de va et vient linéaire et/ou un mouvement de va et vient en éventail du robot mobile.

15. Robot selon les revendications 13 et 14 dans lequel le microordinateur garde en mémoire une moyenne globale du niveau de poussière détectée par le détecteur de poussière sur une grande distance, l'activation d'un
5 algorithme de nettoyage particulier tenant compte de ladite moyenne.
16. Robot selon n'importe laquelle des revendications précédentes caractérisé en ce qu'il comporte un senseur
10 de collision linéaire entourant en totalité ou en partie la base du carénage, senseur comprenant un conducteur linéaire métallique et, parallèlement, un élément linéaire en plastique conducteur, par exemple en caoutchouc conducteur, dont les extrémités sont soumises
15 à une différence de potentiel, l'élément linéaire en plastique étant apte à entrer élastiquement en contact avec l'élément linéaire conducteur sous l'effet d'une pression momentanée résultant de l'impact du robot avec un obstacle, la mesure du courant mesuré au niveau de
20 l'élément conducteur étant un signal envoyé au microordinateur pour localiser le point d'impact sur la base du carénage.

25

30

1/10

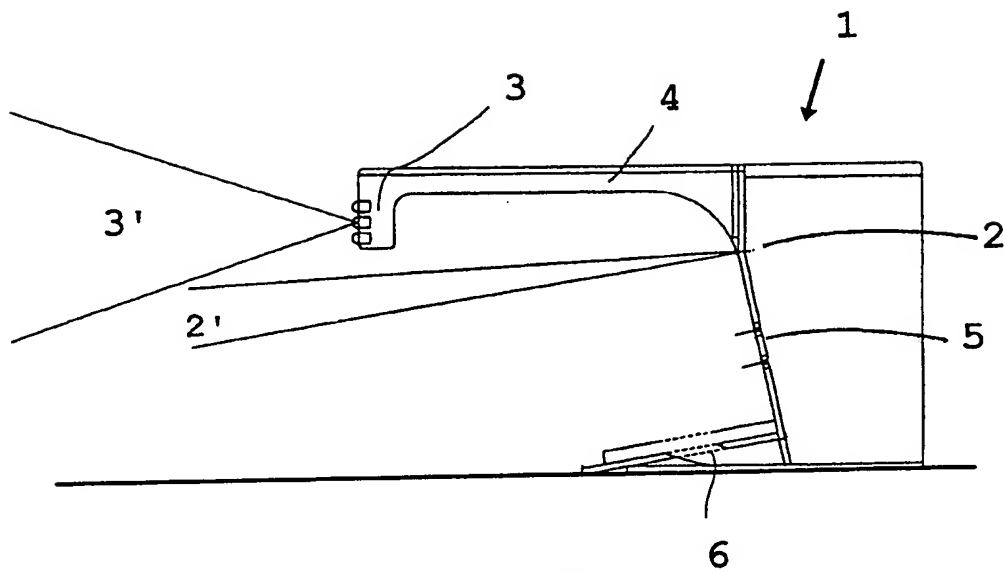


FIG. 1

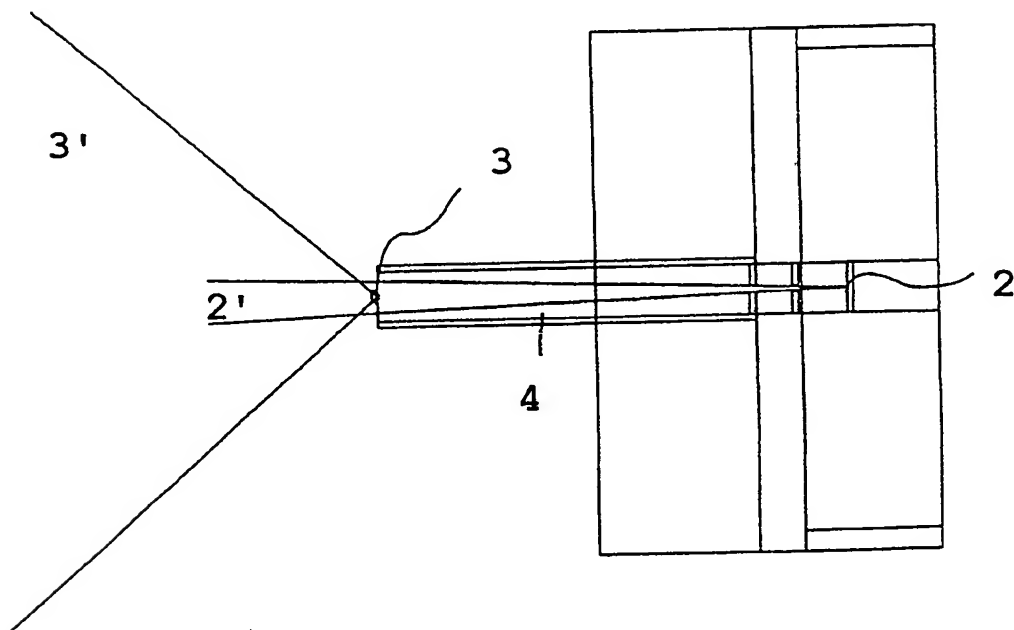


FIG. 2

2/10

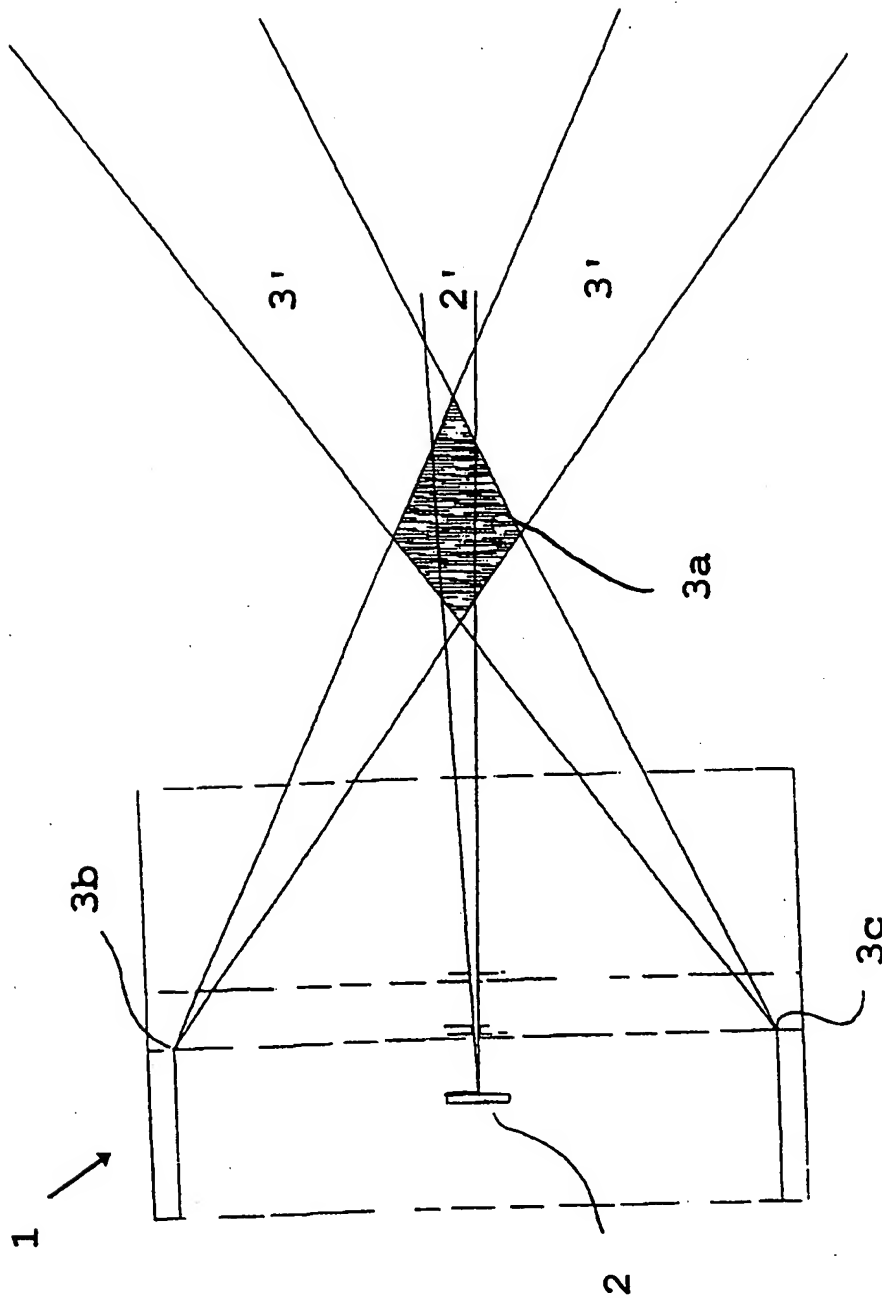
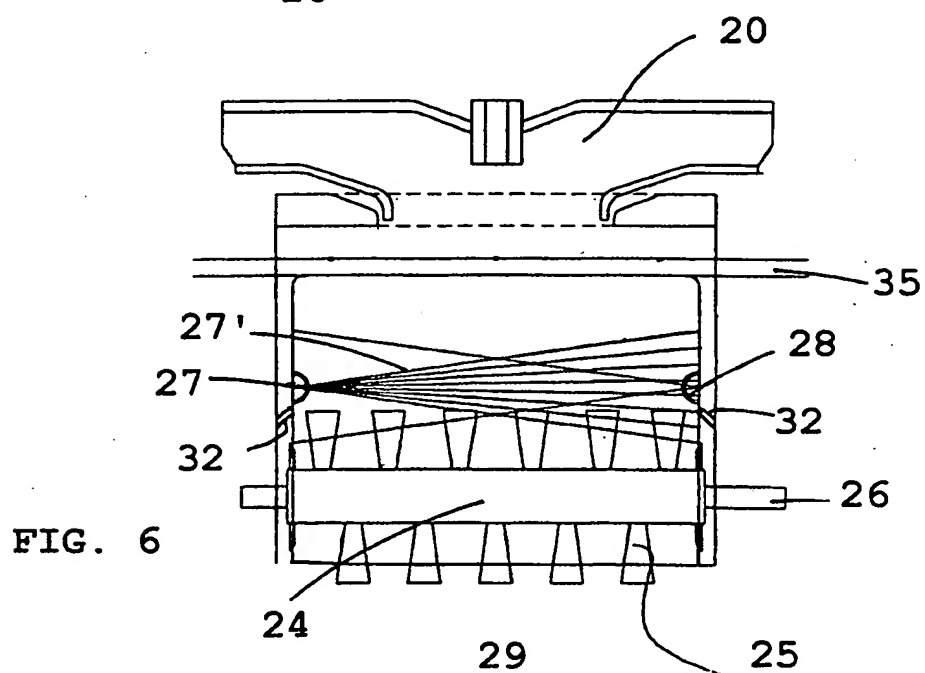
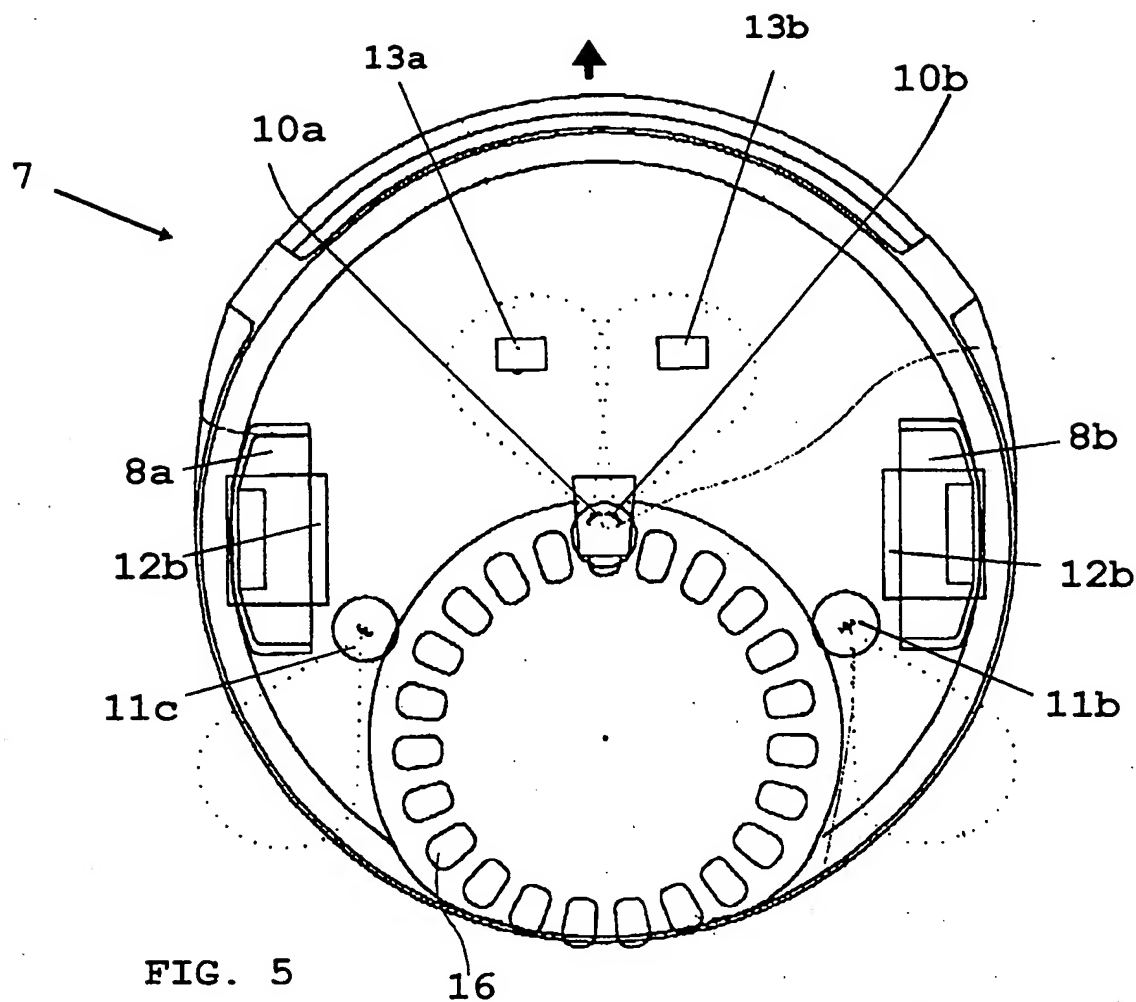


FIG. 3



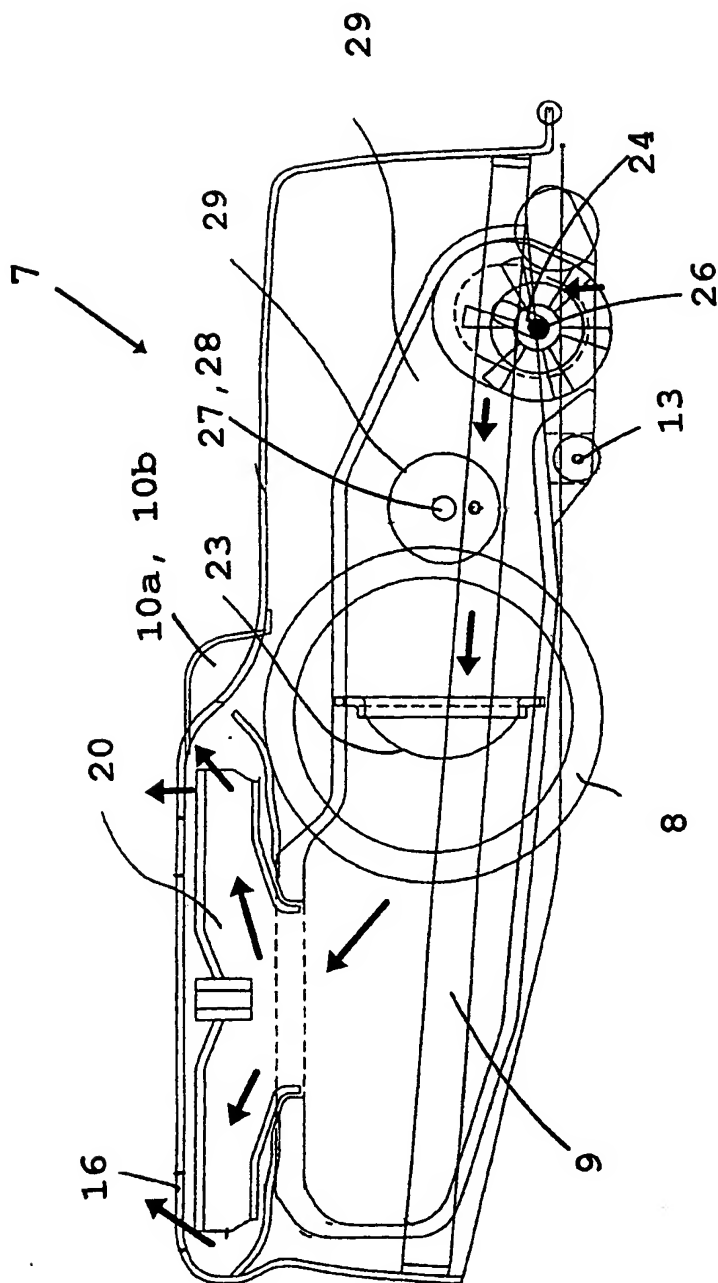


FIG. 7

6/10

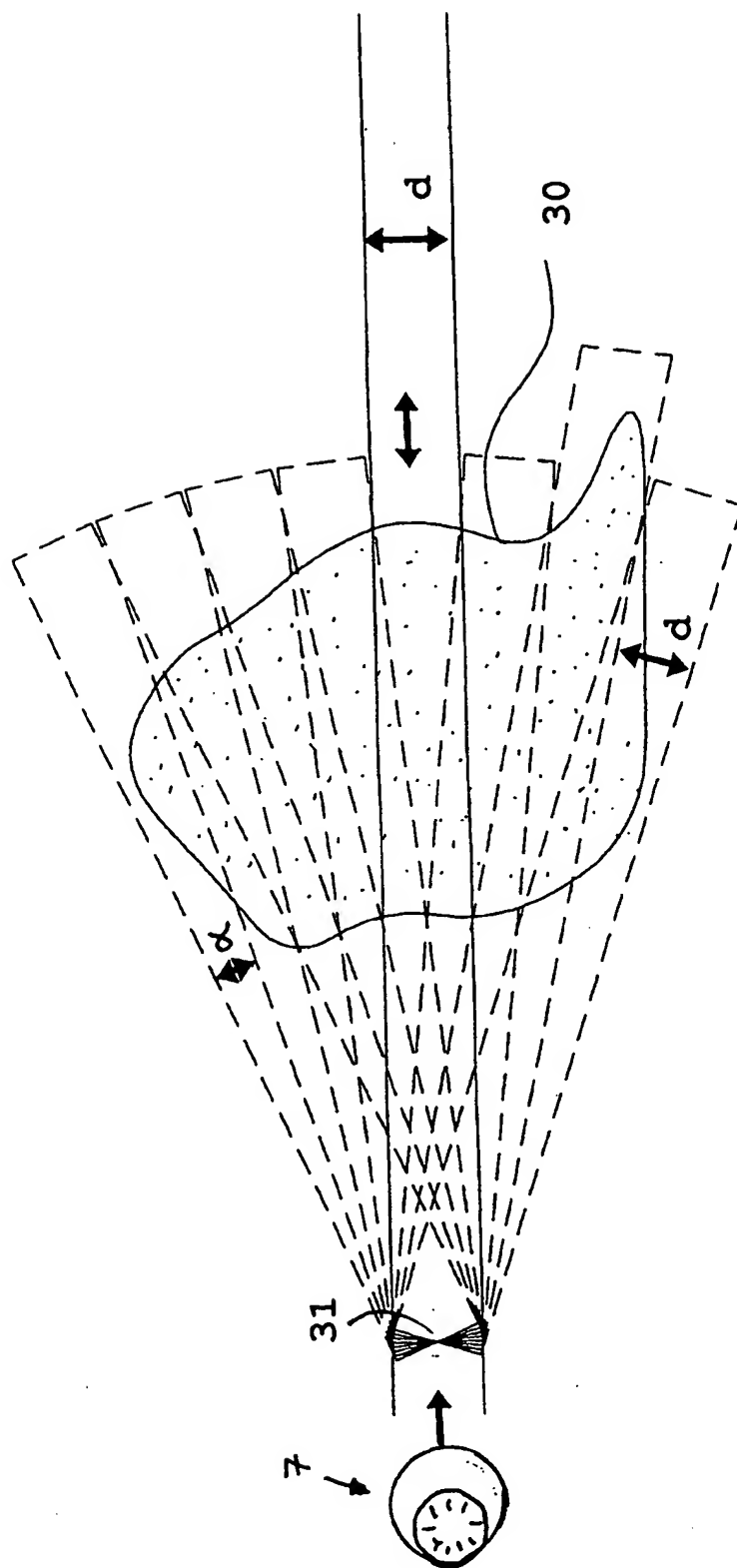


FIG. 8

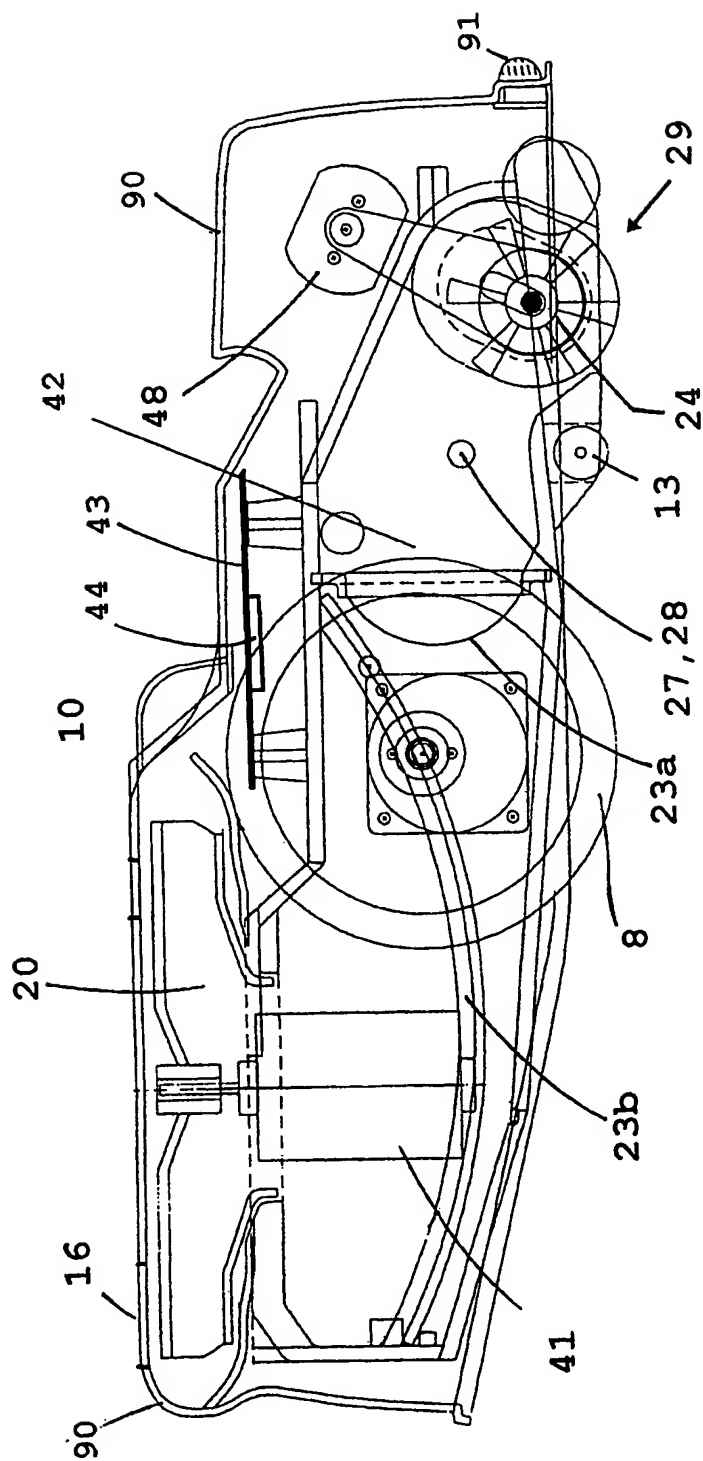


FIG. 9

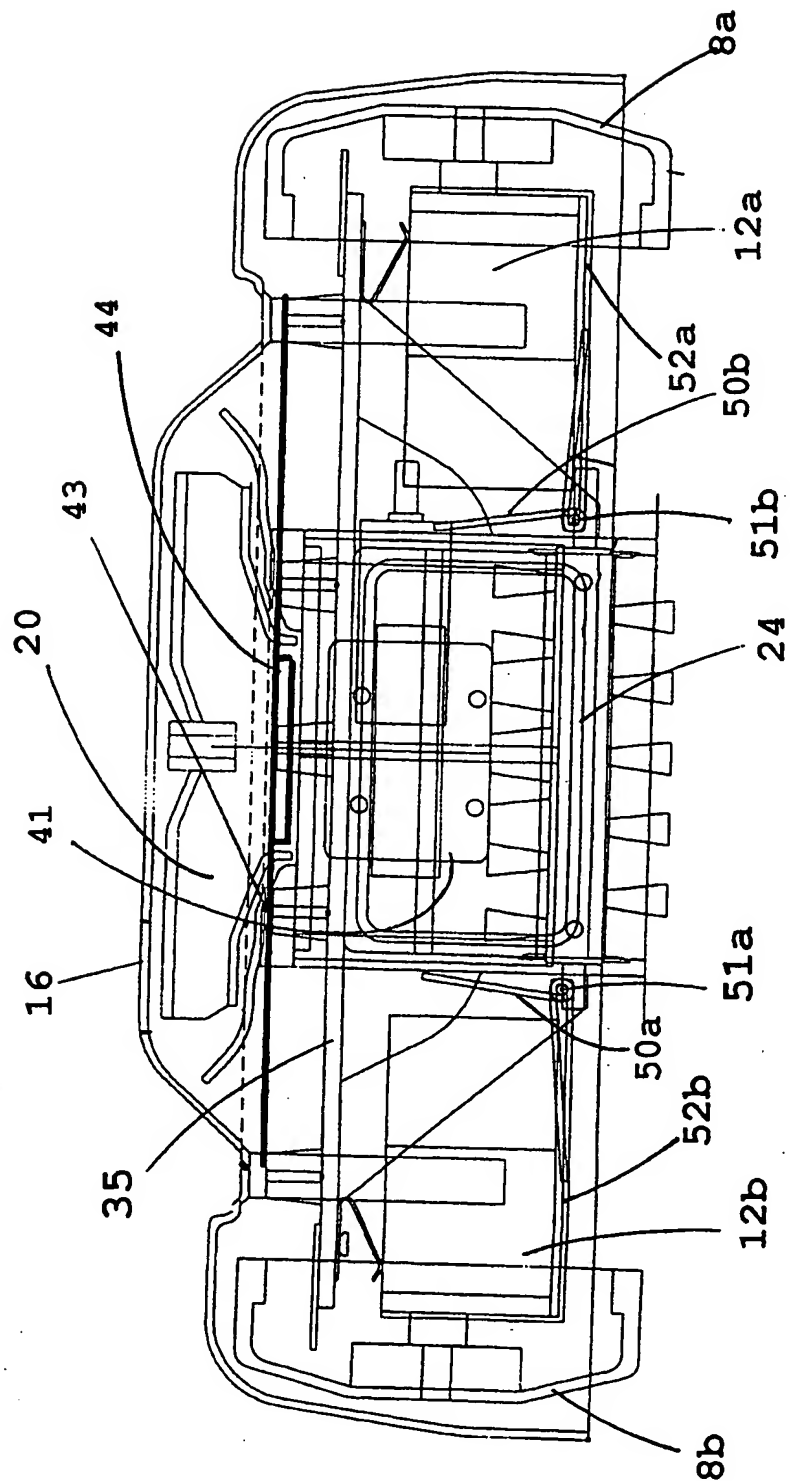


FIG. 10

9/10

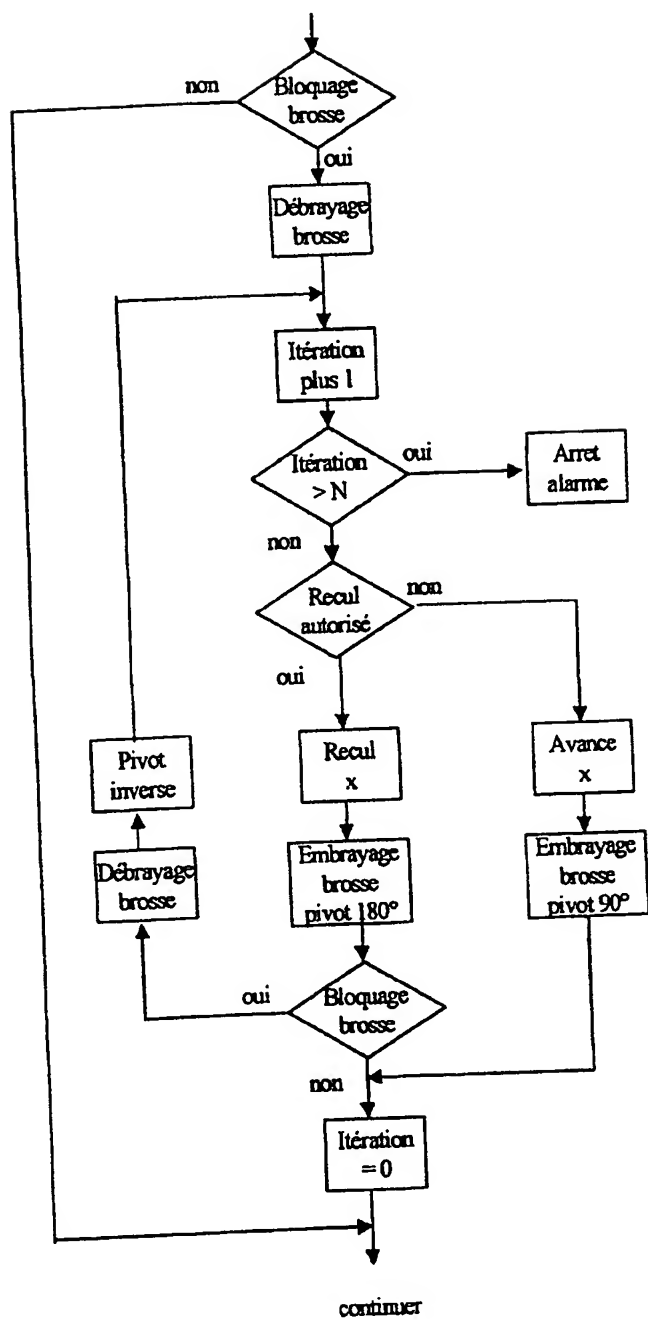


FIG. 11

10/10

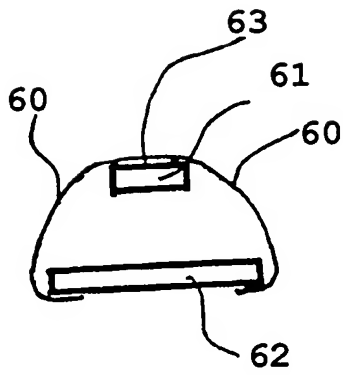


FIG. 12a

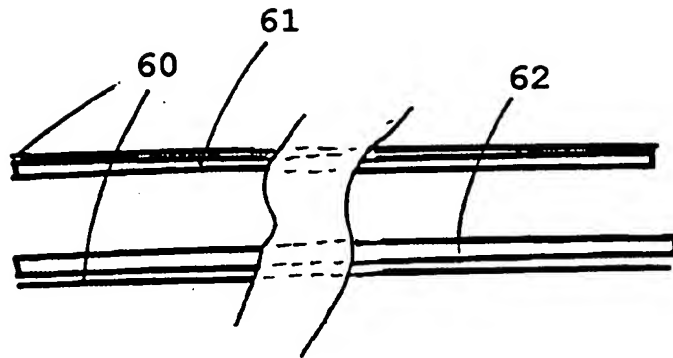


FIG. 12b

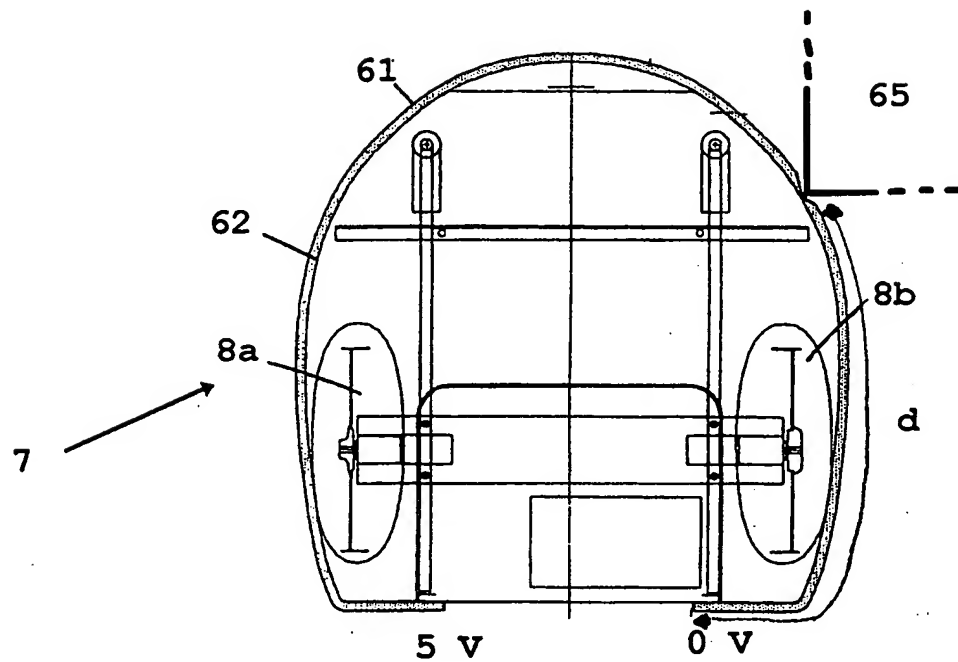


FIG. 12c

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/BE 98/00185

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 6 G05D1/02 B25J19/00 A47L9/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 6 G05D B25J A47L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 4 679 152 A (PERDUE TERRY A) 7 July 1987 see column 1, line 15 - column 3, line 4 see column 3, line 41 - column 7, line 16; figures 5-10 ---	1,3,9,11
X	US 4 777 416 A (GEORGE II ROBERT W ET AL) 11 October 1988 see abstract; figure 1 see column 16, line 22 - line 44 see column 17, line 51 - column 21, line 10; figures 22-36B ---	1,9
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 008, no. 089 (P-270), 24 April 1984 & JP 59 005315 A (HITACHI SEISAKUSHO KK), 12 January 1984 see abstract ---	1,9
-/--		

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- "Z" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

19 April 1999

Date of mailing of the international search report

26/04/1999

Name and mailing address of the ISA
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Helot, H

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int. l. Application No

PCT/BE 98/00185

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 5 440 216 A (KIM TAE-SIG) 8 August 1995 see abstract; figure 1 -----	1,9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/BE 98/00185

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 4679152 A	07-07-1987	NONE	
US 4777416 A	11-10-1988	NONE	
US 5440216 A	08-08-1995	DE 4340771 A	15-12-1994
		GB 2278937 A,B	14-12-1994
		GB 2313190 A,B	19-11-1997
		GB 2313213 A,B	19-11-1997
		GB 2313191 A,B	19-11-1997
		JP 7008428 A	13-01-1995

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Des. Je Internationale No
PCT/BE 98/00185

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE CIB 6 G05D1/02 B25J19/00 A47L9/00		
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB		
B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement) CIB 6 G05D B25J A47L		
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche		
Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)		
C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie *	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	US 4 679 152 A (PERDUE TERRY A) 7 juillet 1987 voir colonne 1, ligne 15 - colonne 3, ligne 4 voir colonne 3, ligne 41 - colonne 7, ligne 16; figures 5-10 ---	1,3,9,11
X	US 4 777 416 A (GEORGE II ROBERT W ET AL) 11 octobre 1988 voir abrégé; figure 1 voir colonne 16, ligne 22 - ligne 44 voir colonne 17, ligne 51 - colonne 21, ligne 10; figures 22-36B --- -/--	1,9
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <input checked="" type="checkbox"/> Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents </div> <div> <input checked="" type="checkbox"/> Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe </div> </div>		
* Catégories spéciales de documents cités: <div style="display: flex;"> <div style="flex: 1;"> <p>"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent</p> <p>"E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date</p> <p>"L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)</p> <p>"O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens</p> <p>"P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée</p> </div> <div style="flex: 1;"> <p>"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention</p> <p>"X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément</p> <p>"Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier</p> <p>"&" document qui fait partie de la même famille de brevets</p> </div> </div>		
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée <div style="text-align: center;">19 avril 1999</div>		Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale <div style="text-align: center;">26/04/1999</div>
Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Fonctionnaire autorisé <div style="text-align: center;">Helot, H</div>

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

De. de Internationale No
PCT/BE 98/00185

C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 008, no. 089 (P-270), 24 avril 1984 & JP 59 005315 A (HITACHI SEISAKUSHO KK), 12 janvier 1984 voir abrégé	1,9
A	US 5 440 216 A (KIM TAE-SIG) 8 août 1995 voir abrégé; figure 1	1,9

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Des Je Internationale No

PCT/BE 98/00185

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 4679152 A	07-07-1987	AUCUN	
US 4777416 A	11-10-1988	AUCUN	
US 5440216 A	08-08-1995	DE 4340771 A	15-12-1994
		GB 2278937 A,B	14-12-1994
		GB 2313190 A,B	19-11-1997
		GB 2313213 A,B	19-11-1997
		GB 2313191 A,B	19-11-1997
		JP 7008428 A	13-01-1995

THIS PAGE BLANK (UBPTO)

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (USPTO)